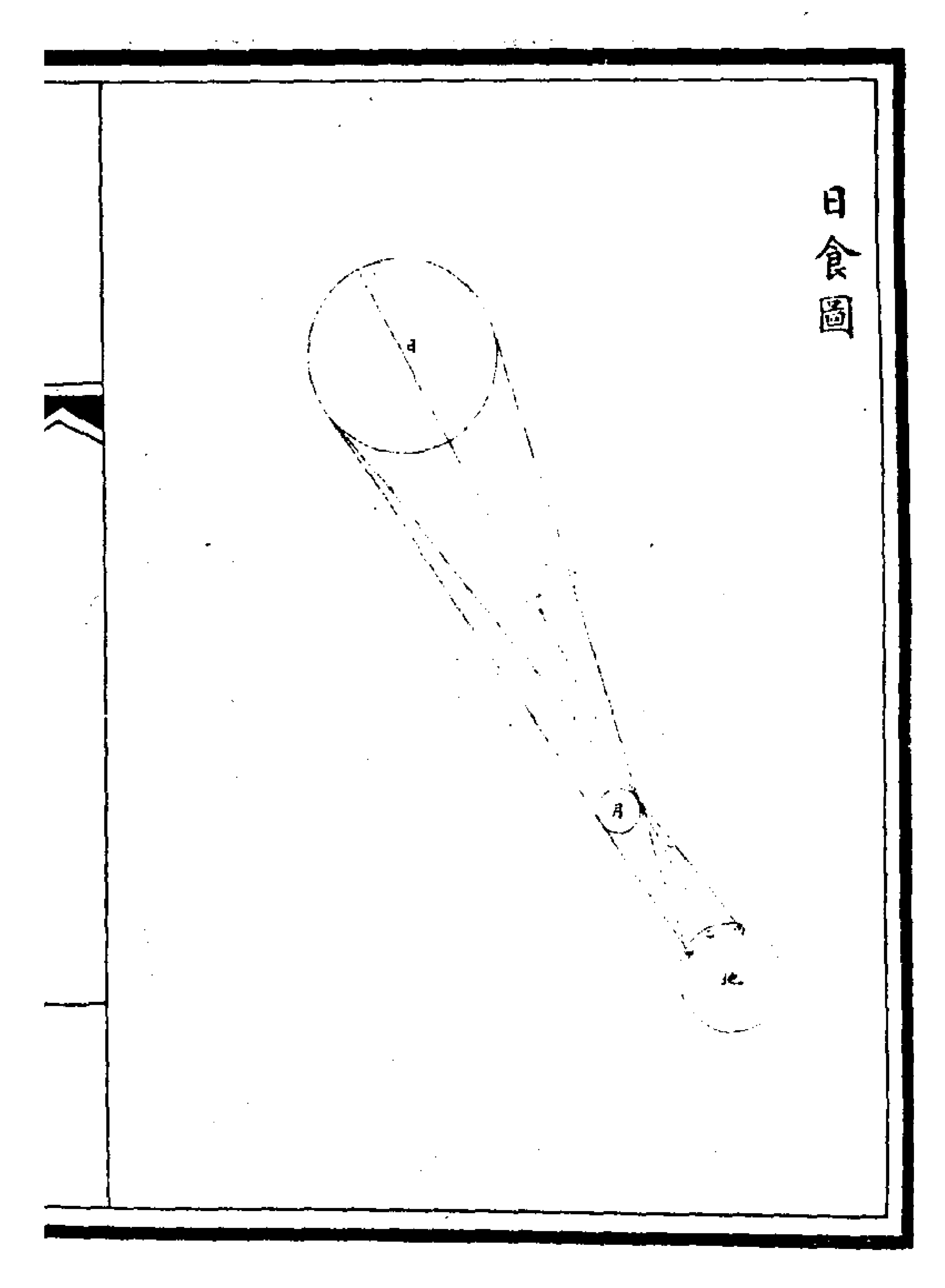
欽定大清會典圖

欽定大清會典圖卷一百二十五

天文十九 交食一

日食圖


日食圖
日
月
地

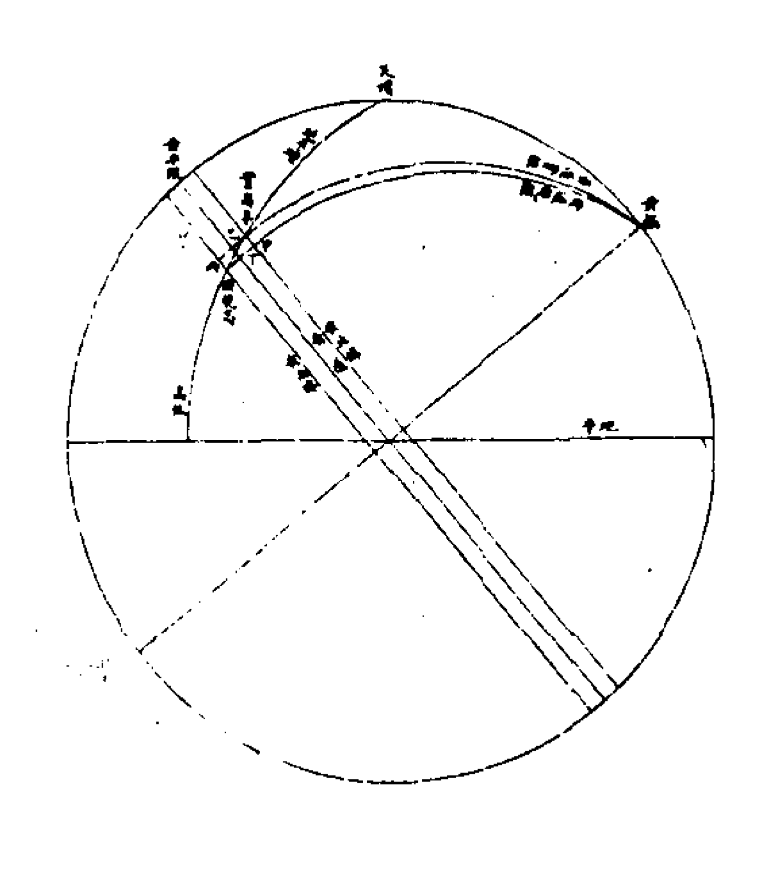
日月相會爲朔。相對爲望。此以東西之經度計也。合朔時。經度相同。望時。經度相對。而南北緯度。則不必黃白兩道之相合也。若經度合。而黃白兩道又合。則日月見食。蓋星月皆借日之光。合朔時。月在日與地之間。黃白道合。則月掩日光。即爲日食。望時。地在日與月之間。黃白道合。則地蔽日光。而月入地影中。即爲月食。月入地影。月體受蔽。無視差。故九有同覩。惟時刻有先後。若月之掩日。則月去日遠。去人近。但能下蔽人目。而上於日體無關。故食分

深淺。時刻先後。南北迴殊。東西異視也。如合朔時。月在地與日之間。人在地面。居甲者。見月全掩日。居乙者。見月掩日之半。居丙者。但見日月兩周相切而不相掩。故日食隨地不同。

太陽光分圖

太陽之光溢於實徑之外爲光分能削地影如圖壬乙癸乙皆爲地半徑丙庚丁庚皆爲太陽實半徑從丙丁切壬癸作直綫則交於甲爲影尖戊丙己丁爲太陽光分從戊己切壬癸作直綫則交於子爲影尖月所當之影原爲午未而乃爲丑卯丑卯細於午未也舊説謂太陽光分周圍皆大一分今法謂大一十五秒月食則以減地影日食則以減併徑

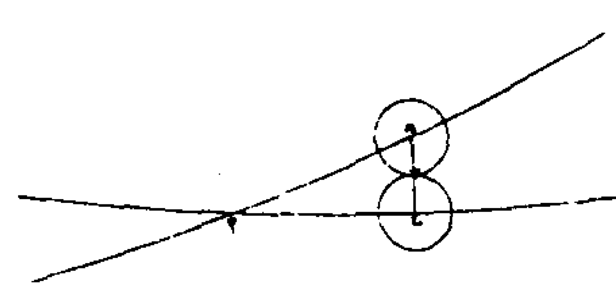
日食三差圖



三差者。高下差。東西差。南北差也。高下差。因地心真高與地面視高不同而生。東西南北兩差。又因高下差而生。凡地面所見之視高。必在地心所見真高之下。如圖。太陰實高度在辛。則視高在庚。從天頂出經綫至地平之弧。為高弧。高弧上辛庚之距。為高下差。從黄極出經綫二。一過太陰實高辛至黄道乙。則乙即實度。一過北緯甲及黄道丁至視高庚。則丁為視度。黄道上乙丁之距。為東西差。與甲辛丙庚等。月實緯辛在黄道北。其距辛乙。與

甲丁等視緯庚在黃道南其距丁庚與乙丙等甲庚爲南北差與辛丙等東西差能變經度而交食之時刻遂有早晚南北差能變緯度而交食之分秒遂有淺深此兩差皆因真高視高高下不同而生也日食食甚用時從地心立算人在地面視之則有地半徑差而太陽地半徑差恆小太陰地半徑差恆大故於太陰地半徑差內減太陽地半徑差始爲高下差焉

日食白道經度食限圖



朔望過交。則日月食。而日月食。又不必正當黃白道之交處也。當交而食。食必既。未及交或已過交。兩周相遇而相掩。即見食。如圖甲丙為黃道。甲乙為白道。丙乙為黃白距緯。甲當交處無緯度。丙為日循黃道行。乙為月循白道行。若合朔。正當交處如甲。則日月俱在甲。日光全為月所掩而見食。且食既。或日在最卑視徑極大。月在最高視徑極小。不能盡掩。則食既時。日之周圍露光。為全鐶食。不正當交而近於交。日月在丙在乙。日半徑丙丁

月半徑丁乙相併之數。適當黃道白道相距之緯。如丙乙。則日月兩周相切兩食。未及此者。兩周未遇。不食也。過乎此。則兩圜相疊食分漸深矣。故白道甲乙距交經度。以乙點為食限。均輪法。以太陽最大視半徑一十五分三十二秒三十微。太陰最大視半徑一十六分五十一秒。兩相併。為併徑三十二分二十三秒三十微。加南北差一度零一分。共一度三十二分二十三秒三十微。當丙乙視緯度。或以太陽最小視半徑一十四分五十九秒三十微。太陰最小視

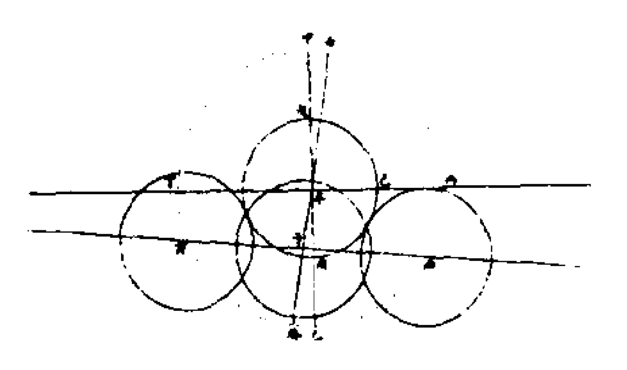
半徑一十五分五十三秒三十微。併徑三十分五十三秒。加南北差一度零一分。共一度三十一分五十三秒。當丙乙視緯度。用黃白大距四度五十八分三十秒。求得白道之乙甲為距交經度。平朔入交。太陰距正交後中交前在黃道北者。二十度五十二分。太陰距中交後正交前在黃道南者。八度五十一分。為可食之限。實朔在黃道北者。一十八度一十五分。在黃道南者六度一十四分。為有食之限。橢圓法。太陽最大視半徑一十六分二十二秒三十微。太陰最大

視半徑一十六分四十八秒。併徑三十三分一十秒三十微。爲丙乙距緯。用最小黄白交角四度五十九分三十五秒。求得白道距交經度六度二十二分。爲黄道南實朔可食之限。又以最大太陽太陰兩半徑相併之數。加最大高下差一度一分二十七秒。共一度三十四分三十七秒三十微。爲丙乙距緯。用最小黄白交角。求得白道距交經度一十八度二十六分。爲黄道北實朔可食之限。各加實朔距平朔之行度二度五十二分。黄道南得九度一十四分。黄道北得

二十一度一十八分為平朔入交可食之限。

日食三限圖





三限者○曰食甚乃月掩日最深之限也○曰初虧○在食甚前月將掩日兩周初切也○曰復圓○在食甚後月已過日兩周初離也○太陽太陰之視徑略等○食甚之最大者不過食既○方食甚即生光○故日食止有三限○如圖甲乙豎綫如黃道經圈○丙丁橫綫如黃道○二綫取直角作十字交○戊己庚圈如日體○甲丙乙丁虛圈為初虧復圓之限○其半徑丙辛為日月兩半徑相併之數○設實交周初宮或十一宮○則於虛圈上周甲乙徑綫之右取黃白大距五度如壬○

從壬作綫過圜心辛至下周癸。為白道經圈。於壬癸白道經圈上。自圜心辛嚮下取食甚視緯度如辛子。此子點。即食甚時月心所在也。從子取直角作丑寅綫。與壬癸白道經圈作十字交。即為白道。白道割虛圈右周丑點。為初虧限。割左周寅點。為復圓限。以丑子寅三點各為心。月半徑為度。作圜以象月體。則見月心至丑其周切日。日體將掩。是為初虧。從丑至子。掩日最大。是為食甚。從子至寅。月已離日。日光全滿。是為復圓。日食分秒。以太陽太陰兩視半徑相併。內

減食甚視緯。餘爲兩體相掩之分。命太陽視徑爲十分。以視徑度與十分之比。即同於減餘度分。與十分中幾分之比。而得食分爲太陽視徑十分中之幾分也。其時刻多寡。則由掩日之淺深。過日之遲速也。初虧食甚復圓。各有用時近時真時三限。由用時得近時。由近時得真時。楕圓又法由真時而求定真時。又前日食圖。止闡日食之理。而未明求日食之術。今用楕圓又法求光緒十三年日食。各爲圖以顯之。光求得光緒十三年丁亥逐月朔太

陰交周。至七月。為初宮八度四十九分二十二秒五十二微。是知七月為入交之月。依法。得平朔距冬至日數二百四十日。求得實朔本日太陽黄道實行七宮二十五度一十九分二十二秒。太陰黄道實行七宮一十七度三十八分一十四秒。實朔次日太陽黄道實行七宮二十六度一十七分七秒。太陰黄道實行八宮二度一十七分一十四秒。乃以本次日太陰太陽實行比例得實朔汎時未初一刻十四分。又以實朔汎時加減二刻。求得前時太陽黄道實行七宮

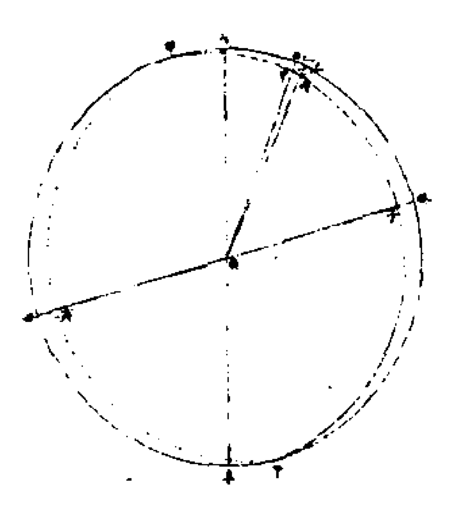
二十五度五十分三十六秒。太陰白道實行七宮二十五度三十三分四十二秒。太陰黃道實行七宮二十五度三十一分五十八秒。後時太陽黃道實行七宮二十五度五十三分一秒。太陰白道實行七宮二十六度一十分三十秒。太陰黃道實行七宮二十六度八分三十八秒。因得一小時日實行二分二十五秒。即一小時太陽黃道實行一小時月實行三十六分四十八秒。即一小時太陰白道實行實朔實時未初二刻一分三十九秒。即以實朔實時。求得實朔太陽黃道實行七宮二十五

度五十一分五十五秒。實朔太陰黃道實行七宮二十五度五十一分五十五秒。實朔太陽均數一度二十二分四十二秒。實朔太陽引數七宮一十六度一十四分一十二秒。實朔太陰本天心距地五十六萬二千零一十一。實朔太陰引數五宮初度一十八分一秒。實朔太陰初均數三度二十三分四十八秒。實朔月距正交初宮七度八分四十七秒。實朔黃白大距五度一十七分二秒。實朔太陰黃道緯度北三十九分二十三秒。準以上諸用數。求得光緒十三年丁

亥七月初一日丙辰朔

京師日食八分八秒○初虧午正一刻十一分二秒○右偏上食甚未初三刻初分五十四秒○日躔黄道鶉火宮二十五度五十一分三十九秒○入星宿初度六分二十四秒○赤道鶉火宮二十八度七分二十三秒○入張宿一度三十三分二十一秒○復圓未正三刻十四分三十七秒○左偏上計食限內凡十刻三分三十五秒○

求實朔用時圖

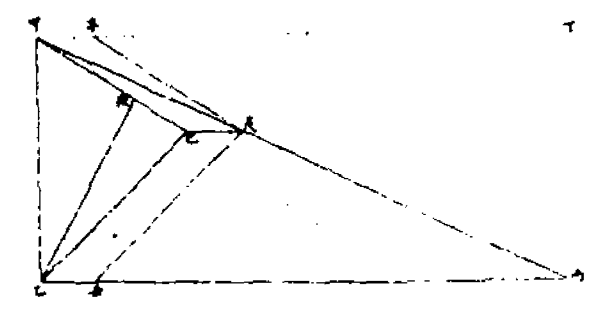


如圖○庚為北極○丑午癸卯為赤道○寅午子卯為黃道○寅為冬至○午為春分○子為夏至○卯為秋分○丑庚癸為過二極二至經圈○戊庚辛為子午圈○辛為子正○戊為午正○甲為太陽平行之點○當赤道於壬。而應於丁。即實朔實時○丙為太陽實行之點○應赤道之己。而當於乙。即實朔用時○法先以甲丙太陽均數一度二十二分四十二秒變時○得丁巳五分三十秒為均數時差○乃用卯乙丙正弧三角形○此形有乙直角○有卯角○當子癸弧黃赤大距二十三度

二十九分。有卯丙弧太陽黃道距秋分前三十四度八分五秒。以實朔太陽黃道實行。與九宮相減。即得。求卯乙弧。以乙直角正弦即半徑。與卯角餘弦比同於卯丙弧正切。與卯乙弧正切比。檢表。得三十一度五十二分二十二秒。為太陽距秋分前赤道度。與卯丙弧相等之卯乙弧相減。得乙己弧。二度一十五分四十三秒。為黃赤同升度。變時。得乙己九分三秒。為升度時差。與丁己均數時差相減。得乙丁三分三十三秒。為時差較。以減於丁點實朔實時。得乙點未初一刻十三分六秒。即

貫朔用時。

求食甚實緯及用時圖



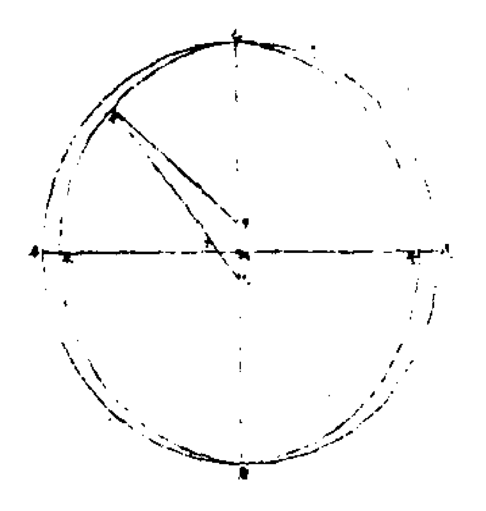
如圖。乙丙為黃道。甲丙為白道。乙丙甲角為黃白交角。即正交之點。甲丁為黃道距等圈。甲乙為實朔實緯。乙為實朔用時日心。甲為實朔用時月心。乙壬為一小時日實行。與巳戊。甲辛皆等。甲戊為一小時月實行。依橢圓之法。設日心為不動。將壬點合於乙。則戊點必移於巳。作為一小時之際。日心未動。月心由甲至巳。所行兩經度斜距之綫。於是用甲戊巳鈍角三角形。此形有戊角。與丙角所當黃白大距度等。有巳戊。甲戊。二邊。求甲巳對

邊。用切綫分外角法。先以戊角與半周相減。折半。得八十七度二十一分二十九秒。為半外角。又以二邊相加。得三十九分一十三秒。為實行總。相減得三十四分二十三秒。為實行較。乃以實行總。與實行較比。同於半外角正切。與半較角正切比。檢表得八十六度五十九分一十四秒。為半較角。與半外角相減。得己甲戊角。二十二分一十五秒。為斜距交角差。與戊甲丁角（等乙丙甲角。）黃白交角相加。得己甲丁角。五度三十九分一十七秒。為斜距黃道交角。又以己甲

戊角正弦與戊角正弦比。同於己戊邊與甲己邊比。而得甲己邊三十四分二十三秒。為一小時兩經斜距。用乙庚甲直角三角形。此形庚為直角。有甲乙邊實朔實緯。有甲乙庚角與己甲丁角斜距黃道交角等。求乙庚甲庚二邊。以半徑與乙角餘弦比。同於甲乙邊與乙庚邊比。而得乙庚邊三十九分一十二秒。即食甚實緯。又以半徑與乙角正弦比。同於甲乙邊與甲庚邊比。而得甲庚邊三分五十三秒。為食甚距弧。與一小時兩經斜距為比例。得甲庚之時。六分四

十六秒。為食甚距時。以一小時兩經斜距。與一小時比。同於食甚距弧。與食甚距時比。下文凡與一小時兩經斜距為比例者。皆準此理。以減於甲點實朔用時。得庚點之時。未初一刻六分二十秒。即食甚用時。

求日距地圖

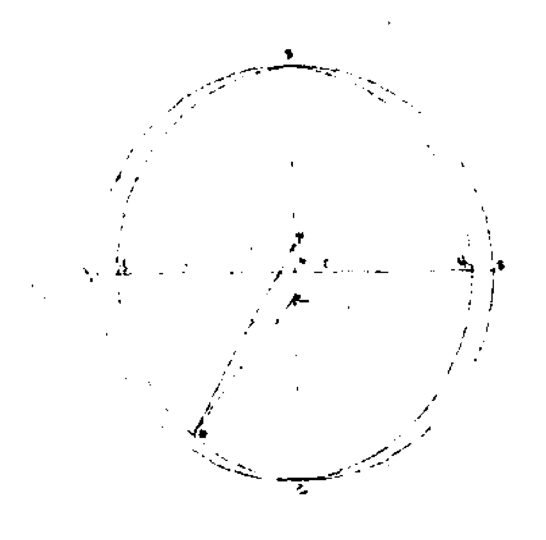


如圖。乙為地心。丙為太陽本天心。乙丙為兩心差一十六萬九千。甲乙為倍兩心差。庚戊己辛平圓內。庚子巳癸橢圓。為太陽本天。庚為最卑。巳為最高。子癸二點皆為中距。太陽自最卑右旋。行實引度至壬。其壬乙巳角。四十四度五十一分三十秒。即太陽距最高後實引度。以太陽引數與太陽均數相減得七宮一十四度五十一分三十秒為太陽實引。減去六宮。即得壬乙巳角度。法用甲乙壬三角形。此形有乙角實引度。有甲乙邊三十三萬八千。有甲壬乙壬兩邊和二千萬。求壬乙邊。試作甲丁垂

綫於形內成甲丁壬甲丁乙兩直角三角形先用甲丁乙形以半徑與乙角正弦比同於甲乙邊與甲丁邊比而得甲丁邊二十三萬八千四百一十為垂綫次以半徑與乙角餘弦比同於甲乙邊與乙丁邊比而得乙丁邊二十三萬九千五百九十二與甲壬乙壬兩邊和相減得甲壬丁壬和一千九百七十六萬四百零八即甲丁壬形之股弦和甲丁垂綫即其形之句以甲丁垂綫自乘用甲壬丁壬和除之得二千八百七十六為甲壬丁壬較即甲丁壬形之股弦較

乃以和較相加。折半。得九百八十八萬一千六百四十二為弦。即甲壬邊。與甲壬乙壬兩邊和相減。得壬乙邊。一千零一十一萬八千三百五十八。即日距地。

求月距地圖

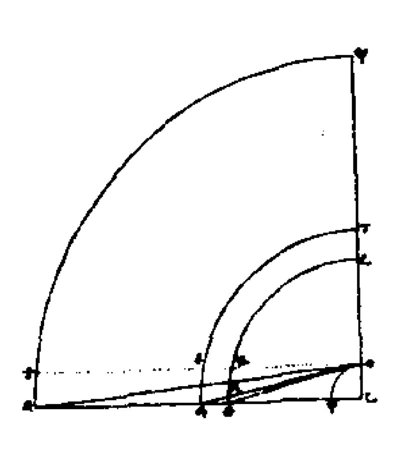


如圖乙為地心。丙為太陰本天心。太陰自最高庚點右旋行實引度至丑。丑點即太陰實引度。而丙乙兩心差。隨時不同。乃取本時本天心距地五十六萬二千零一十一倍之。得甲乙一百一十二萬四千零二十二。為倍兩心差。於是用甲乙丑三角形。此形有二角實引度。以太陽引數。與太陰均數相減。得四宮二十六度五十四分一十三秒。為太陰實引。與六宮相減。得丑乙己角三十三度五分四十七秒。有甲乙邊及甲丑乙丑兩邊和二千萬。求乙丑邊。試作甲丁垂線於形外。成甲丁乙甲丁丑二直角三角形。依

法。得甲丁垂綫。六十一萬三千七百七十一。乙丁邊。九十四萬一千六百五十三。與甲丑乙丑兩邊和相加。得二千零九十四萬一千六百五十三。為甲丑丁丑和。即甲丁丑形之股弦和。甲丁垂綫。即其形之句。求得甲丑弦。一千零四十七萬九千八百二十一。與甲丑乙丑兩邊和相減。得乙丑邊九百五十二萬零一百七十九。即

月距地。

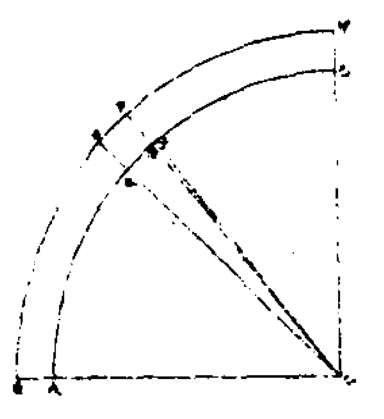
求地平高下差圖



如圖乙為地心壬為地面甲壬為地體一象限丁辛丙為中距月天乙丙為中距月距地一千萬已癸丑為本時月天乙丑為本時月距地九百五十二萬零一百七十九其乙丙壬角為中距太陰地半徑差五十七分三十秒與丙壬辛角等乙丑壬角為本時太陰地半徑差與丑壬癸角等橐地體半徑本無消長而太陰距地遠時視之恒小近時視之恒大故立為轉比例法求之以乙丑與乙丙比同於丙壬辛角與丑壬癸角比而得丑壬癸

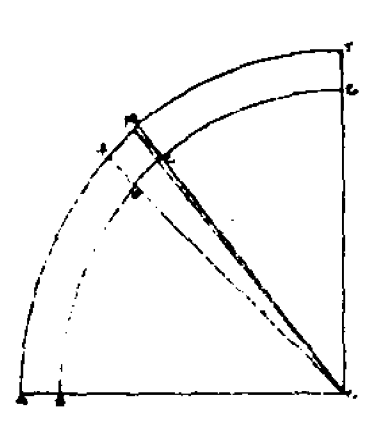
角。六十分二十五秒。為本時太陰地半徑差。惟太陽距地極遠。其差亦極小。如卯子庚為日天。故乙庚壬角。為太陽地半徑差一十秒。與庚壬子角等。減於丑壬癸角。得丑壬庚角。六十分一十五秒。當本時月天之戊丑弧。即地平高下差。

求日視徑圖



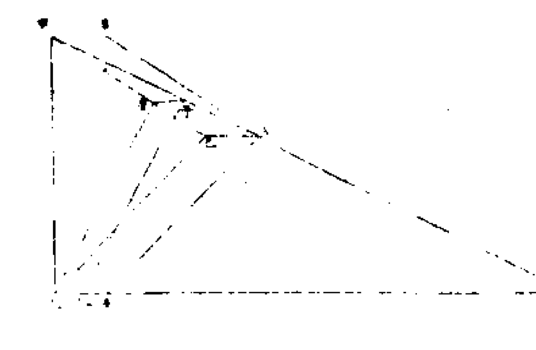
如圖。乙為地心。己癸戊為中距日天。癸乙為中距日距地。卯壬庚為本時日天。壬乙為本時日距地一千零一十一萬八千三百五十八。壬申與癸子等為日體半徑。癸乙子角為中距日視半徑一十六分六秒。壬乙甲角為本時日視半徑。當中距日天之癸庚弧。依前轉比例法求之。即得本時日視半徑一十五分五十五秒。減去太陽光分一十五秒。得一十五分四十秒。為太陽實半徑。

求月視徑圖



如圖。乙為地心。丁辛丙為中距月天。乙辛為中距月距地。巳丑庚為本時月天。乙丑為本時月距地。丑巳與辛甲等。為月體半徑。辛乙甲角為中距月視半徑一十五分四十秒三十微。丑乙巳角為本時月視半徑。當中距月天之辛戊弧。依前轉比例法求之。即得月視半徑一十六分二十九秒。與太陽實半徑相加。得三十二分九秒。為併徑。

求食甚太陽黃道經度及宿鈐圖



如圖。乙丙為黃道。甲丙為白道。丙為黃白交角即正交之點。乙為實朔用時日心。甲為實朔用時月心。準上文食甚實緯既與斜距成直角之庚點為食甚用時。惟月行實由白道。日心亦不無行分。試與乙庚平行作子癸綫。即知實朔至食甚之際。用行實由甲至子。而日心亦由乙至癸有行分。於是用甲己戊甲庚子二同式三角形。以甲己一小時兩經斜距與己戊一小時日實行比。同於甲庚食甚距弧與庚子比。而得庚子一十六秒與乙癸等為距時日實行。以減於

乙點實朔太陽黃道實行。得癸點七宮二十五度五十一分三十九秒。即食甚太陽黃道經度。而本年黃道宿鈐。星宿第一星黃道經度。為七宮二十五度四十五分一十五秒。故知食甚太陽黃道入星宿初度六分二十四秒。

求食甚太陽赤道經緯度宿鈐及赤白二經交角圖

如圖酉為圓心即太陽之位寅申辰為赤道丁酉戊為黃道卯酉丑為赤經辛酉庚為黃經甲酉子為白經丙為夏至乙為秋分辛丙庚為過二極二至經圈癸為北極法用乙申酉正弧三角形此形申為直角有乙角當壬丙弧黃赤大距二十三度二十九分有酉乙弧食甚太陽距秋分前黃道度三十四度八分二十一秒求申乙申酉三弧及酉角以半徑與乙角餘弦比同於酉乙弧正切與申乙弧正切比而得申乙弧三十一度五十二分三十七秒為食甚太陽距

秋分前赤道度。與乙點秋分九宮相減。得酉點七宮二十八度七分二十三秒為食甚太陽赤道經度。而本年赤道宿鈐。張宿第一星赤道經度為七宮二十六度三十四分二秒。故知食甚太陽赤道入張宿一度三十三分二十一秒。次以半徑。與乙角正弦比。同於酉乙弧正弦。與申酉弧正弦比。而得申酉弧。一十二度五十五分二十秒為食甚太陽距赤道北緯度。又以酉乙弧餘弦。與乙角餘切比。同於半徑。與乙酉申角正切比。檢餘切表。得庚酉丑角。一十九度四十

六分四十三秒。為黃赤二經交角。今太陽在秋分前。故酉庚黃經在酉丑赤經東。又庚酉子角爲黃白二經交角。即斜距黃道交角。因月在正交後。故酉子白經在酉庚黃經西。是以庚酉丑角與庚酉子角相減。得丑酉子角。一十四度七分二十六秒。即白經在赤經東之赤白二經交角。

求食甚近時圖

如圖。酉為日心。又為日照地體全明半面之正中。與地心相合為一點。丑寅卯辰平圜為地體受日照之半面。中隔月天。上應渾天之半周。其自中心至圜界之酉丑平圜半徑。即渾天九十度弧。當月天之分。則為本日日月同當地平時最大之差。即本日地平高下差。卯酉丑為赤經。宣申辰為赤道。辛酉庚為白經。戌未亥為白道。未為食甚用時月心。酉未為食甚實緯。壬為用時日影心。即

京師地面。上應天頂。酉壬為用時日距天頂。即高

弧。當月天之分。即用時高下差癸爲北極。癸丑爲日距赤道北緯度。與申酉等。丙壬癸爲子午圈。丙爲午正。法用酉壬癸斜弧三角形。此形。有申癸丙角。當申丙弧用時日距午西赤道度二十度二十十分。以食甚用時。與十二小時相減餘數變度。即得。有酉癸弧日距北極七十七度四分四十秒。以癸丑日距赤道北緯度。與酉丑九十度弧相減。即得。有癸壬弧京師北極距天頂五十度五分。求壬酉癸角及酉壬弧。試作壬子垂弧於形內。分成壬子癸壬子酉。二正弧三角形。同以子爲直角。先用壬子癸

形。以半徑與癸角餘弦比。同於癸壬弧正切。與子癸弧正切比。而得子癸弧。四十八度一十五分三十六秒。為距極分邊。與酉癸弧相減。得酉子弧。二十八度四十九分四秒。為距日分邊。即以其正弦。與子癸弧正弦比。同於癸角正切。與子酉壬角正切比。而得子酉壬角。二十九度五十分二十六秒。為用時赤經高弧交角。此合兩比例為一比例。省求垂弧以從簡也。蓋半徑與癸角正切比。同於子癸弧正弦。與壬子垂弧正切比。又以酉子弧正弦。與壬子垂弧正切比。同於半徑與子酉壬角正切比。試觀第一比例一四兩率與第二比例二三兩率同。故以酉子弧正弦。與子癸弧正弦比。同於癸角正切。與子酉壬角正

切比次用對邊對角法。以子酉壬角正弦。與癸壬弧正弦。比同於癸角正弦。與酉壬弧正弦。比。而得酉壬弧。三十二度二十三分六秒。為用時日距天頂。即以其正弦。與地平高下差為比例。得酉壬三十二分一十六秒。當月天之分。為用時高下差。以半徑。與用時日距天頂正弦比。同於地平高下差。與酉壬用時高下差比。下做此。用酉午壬直角三角形。此形。午為直角。有酉壬邊。及午酉壬角用時白經高弧交角一十五度四十三分。以丑酉庚角赤白二經交角。與子酉壬角用時赤經高弧交角相減。即得午酉壬角。是為限西。求午壬酉午二邊。以半徑。與酉角

正弦比。同於酉壬邊。與午壬邊比。而得午壬邊。八分四十四秒四八。爲用時東西差。次以半徑。與酉角餘弦比。同於酉壬邊。與酉午邊比而得酉午邊。三十一分三秒八二。爲用時南北差。與酉未食甚實緯相減。得午未八分八秒一八。爲用時視緯。乃用壬戊未句股形以午未相等之壬戊。及午壬相等之未戊。爲句股。求得壬未弦。一十一分五十六秒五二。爲用時兩心視相距。於是以午壬相等之未戊用時東西差。與一小時兩經斜距爲比例得未戊十五分十五秒。爲

近時距分。加於未點食甚用時。得月臨戌點。未

初二刻六分三十五秒。即食甚近時。